

COVER PAGE CREATED BY RODNEY PATENTS – TO AVOID HAVING THIS PAGE CREATED IN THE  
FUTURE UNCHECK THE 'CREATE A COVER PAGE' AT THE DATA ENTRY PAGE

## **DE19913848**

### **Air conditioning equipment for vehicle, particularly aircraft**

Patent number: DE19913848

Publication date: 2000-02-24

Inventor: MAYER ERHARD (DE); SCHWAB RUDOLF (DE)

Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

Classification:

– international: B60H1/00; B60H3/02; B60H3/06; B64D13/00; F24F11/02

– european:

Application number: DE19991013848 19990326

Priority number(s): DE19991013848 19990326; DE19981013524 19980326; DE19991011606 19990126

Abstract of **DE19913848**

The control unit governs the amount of ambient air fed to the passenger accommodation (K) in the introduced air flow. The carbon dioxide sensor determines the amount of carbon dioxide in the air in the passenger accommodation and/or in the fed-in air flow. In the output air a moisture sensor is provided, the output signal of which is fed to the control unit which governs the amount of ambient air in the circulated air amount. A micro- or composite filter with a large surface is provided in the passenger accommodation ceiling (4) and/or in the rear side and particularly in the back rest of the front seat (1) and has a low flow resistance.



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 13 848 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 199 13 848.6  
㉔ Anmeldetag: 26. 3. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 24. 2. 2000

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 H 1/00**  
B 60 H 3/02  
B 60 H 3/06  
B 64 D 13/00  
F 24 F 11/02

**DE 199 13 848 A 1**

⑥⑥ Innere Priorität:

198 13 524. 6      26. 03. 1998  
199 11 606. 7      26. 01. 1999

⑦① Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦④ Vertreter:

München . Rösler Anwaltskanzlei, 80689 München

⑦② Erfinder:

Mayer, Erhard, 83607 Holzkirchen, DE; Schwab,  
Rudolf, 83661 Lenggries, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Klimatisierung von Fahrzeugen und insbesondere von Flugzeugen

⑤⑦ Beschrieben wird ein Verfahren zur Klimatisierung von Fahrzeugen und insbesondere von Flugzeugen, bei dem der der Passagierkabine zugeführte Luftstrom aus gegebenenfalls temperierter Außenluft und einem Anteil an Umluft besteht.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß der Anteil der Umluft an dem zugeführten Luftstrom mittels wenigstens eines CO<sub>2</sub>-Sensors derart begrenzt wird, daß der CO<sub>2</sub>-Anteil an der Luft in der Passagierkabine einen bestimmten Grenzwert nicht übersteigt. Alternativ oder zusätzlich kann unterhalb des durch den CO<sub>2</sub>-Sensor vorgegebenen Grenzwertes an Umluft der Anteil der Umluft an dem zugeführten Luftstrom derart gesteuert werden, daß die relative Luftfeuchtigkeit in einem Feuchtigkeitsbereich gehalten wird, der größer ist als die relative Feuchtigkeit der zugeführten Außenluft nach Erwärmung auf Raumtemperatur, und daß der zugeführte Luftstrom über wenigstens einen Filter in die Passagierkabine eingeleitet wird.

**DE 199 13 848 A 1**

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Klimatisierung von Fahrzeugen und insbesondere Flugzeugen gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1, 2 oder 5 bzw. auf eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 18.

## Stand der Technik

Bei Kraftfahrzeugen ist es bekannt, für den der Klimatisierung des Fahrzeuginneren dienenden Luftstrom Umluft, also Luft aus dem Fahrzeuginneren, und Zuluft bzw. Außenluft zu mischen. Die Zuluft bzw. Außenluft muß dabei je nach ihrer Temperatur erwärmt oder gekühlt werden oder kann unmittelbar zur Kühlung der Passagierkabine dienen.

Die Zumischung der Umluft zur Außenluft erfolgt bei den auf dem Markt befindlichen Klimaanlage für Personenkraftwagen (Pkw) nahezu ausschließlich unter Abgas Gesichtspunkten: Steht der PKW an einer Ampel oder in einem Stau, wird selbsttätig oder manuell von Außenluft-Zuführung auf Umluft-Betrieb umgeschaltet.

Ferner ist es aus der DE 195 40 566 A1 bekannt, trockene Umluft zur feuchten Außenluft zuzumischen, um ein Beschlagen der Scheiben des Pkw durch die in der Außenluft enthaltene Feuchtigkeit zu vermeiden.

Bei Bussen, Zügen oder Flugzeugen wird die Zumischung von Umluft zur Außenluft nicht in dem Maße wie in Pkw's eingesetzt; der Grund hierfür dürfte sein, daß Bakterien, Keime, Gerüche, Schweiß etc. durch die Umluft über die Klimaanlage nicht in der gesamten Passagierkabine verteilt werden sollen. Zum Stand der Technik bei Klimaanlage für Busse wird exemplarisch auf die DE 39 26 638 A1 verwiesen.

Auf die vorstehend genannten Druckschriften sowie auf die nachfolgend noch genannten Veröffentlichungen wird im übrigen zur Erläuterung aller hier nicht näher beschriebenen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen.

Bei Flugzeugen stellt sich darüberhinaus noch folgendes Problem: die Zuluft ist nicht nur sehr kalt, sondern auch sehr trocken.

Erfolgt die Zumischung von Umluft zur Außenluft – wie beim Stand der Technik – ausschließlich unter Energie Gesichtspunkten – bei Flugzeugen in der Regel zur Kühlung der durch die Passagiere "aufgeheizten" Passagierkabine –, so treten u. a. folgende Probleme auf:

Bei starker Sonneneinstrahlung erfolgt beim Stand der Technik die Kühlung der Passagierkabine einfach dadurch, daß große Mengen sehr kalter Außenluft in den der Passagierkabine zugeführten Luftstrom gemischt werden; die Folge ist eine sehr trockene Kabinenluft, die von den Passagieren häufig zwar hingenommen, aber in der Regel als unangenehm empfunden wird. Bei empfindlichen Personen kann die trockene Luft sogar zu Beschwerden der Atemwege führen.

Bei geringer Sonneneinstrahlung ist dagegen der Umluftanteil an dem der Passagierkabine zugeführten Luftstrom sehr hoch, um Heizenergie einzusparen. Damit ist – wie erfindungsgemäß festgestellt worden ist – bei herkömmlichen Flugzeug-Klimaanlagen auch der Anteil an CO<sub>2</sub> in der Kabinenluft sehr hoch und liegt häufig über einem angenehmen bzw. verträglichen Wert, der doch den sogenannten Pettenkofer-Grenzwert charakterisiert ist.

Aus Gründen, über die trotz der vorstehenden Darlegungen nur spekuliert werden kann, verzichten ferner manche Fluggesellschaften auf die Zumischung von Umluft für die

## Klimatisierung des Flugzeuginneren.

Da jedoch – wie bereits ausgeführt – die Außenluft und damit die Zuluft sehr kalt ist, hätte die Mischung von warmer Umluft und kalter Zuluft den Vorteil, daß die zum Temperieren des der Passagierkabine zugeführten Luftstroms benötigte Energiemenge verglichen mit der alleinigen Verwendung von Zuluft verringert wird.

## Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Klimatisierung von Fahrzeugen und insbesondere von Flugzeugen anzugeben, mit dem bei möglichst geringem Energieverbrauch eine insbesondere unter Behaglichkeits- und Verträglichkeitsgesichtspunkten angenehme Temperierung der Passagierkabine möglich ist.

Erfindungsgemäße Lösungen dieser Aufgabe sind in den nebeneordneten Ansprüchen 1, 2 bzw. 5 angegeben; die Merkmale dieser Ansprüche können auch kumulativ eingesetzt werden. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Vorrichtungen zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren sind Gegenstand der Ansprüche 16 folgende.

Den in den Ansprüchen gekennzeichneten verschiedenen erfindungsgemäßen Lösungen liegt der gemeinsame Grundgedanke zugrunde, eine Mischung der Außenluft und der Umluft nicht unter energetischen oder Abgas-Gesichtspunkten, sondern unter Behaglichkeit- bzw. Verträglichkeits-Gesichtspunkten vorzunehmen.

Bei der im Anspruch 1 angegebenen Lösung wird der Anteil der Umluft an dem zugeführten Luftstrom mittels wenigstens eines CO<sub>2</sub>-Sensors derart begrenzt, daß der CO<sub>2</sub>-Anteil an der Luft in der Passagierkabine einen bestimmten Grenzwert nicht übersteigt. Der Grenzwert des CO<sub>2</sub>-Anteils beträgt beispielsweise 0,15 Vol% und bevorzugt 0,10 Vol%; dieser Wert ist der sogenannte Pettenkofer-Grenzwert, oberhalb dem Ermüdungserscheinungen und/oder Reizungen der Augen bzw. Atemwege auftreten können.

Die Steuerung bzw. Regelung des Umluftanteils derart, daß ein bestimmter Kohlendioxid-Wert nicht überschritten wird, stellt damit eine "Master"-Regelung für alle weitergehenden bzw. untergeordneten Regelungen des Umluftanteils dar, die bevorzugt "slave"-Regelungen abhängig von der "master"-Regelung sind.

In diesem Zusammenhang ist es besonders bevorzugt (allerdings nicht unbedingt erforderlich), wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung so ausgelegt ist, daß sie eine Außenluft-Menge von mindestens 0,5 m<sup>3</sup>/min pro Passagier in die Passagierkabine zuführt. Weiterhin ist es bevorzugt, wenn die Luftzuführung derart ausgelegt ist, daß sie wenigstens 20 mal pro Stunde für einen Luftaustausch sorgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung ist bei allen Arten von Fahrzeugen, wie Pkw's, Lastkraftwagen, Bussen oder Schiffen anwendbar. Besonders bevorzugt ist das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung jedoch bei Flugzeugen, bei denen aufgrund der sehr kalten Außenluft, wie sie in Höhen, in denen insbesondere Passagierflugzeuge normalerweise fliegen, anzutreffen ist, das Problem auftritt, daß die zugeführte Außenluft nach ihrer Erwärmung auf Raumtemperatur sehr trocken ist. Darüberhinaus verfügen Flugzeuge über eine Druckkabine, so daß aufgrund des weitgehend geschlossenen Systems – die Leckage beträgt bei Flugzeugen mit einer Druckkabine typischerweise 10% – gerade unter Verträglichkeitsgesichtspunkten weitergehende Probleme als bei anderen Fahrzeugen auftreten.

Bei Flugzeugen – natürlich aber auch bei anderen Fahrzeugen – ist es deshalb bevorzugt, wenn unterhalb des durch

den CO<sub>2</sub>-Sensor vorgegebenen Grenzwertes an Umluft der Anteil der Umluft an dem zugeführten Luftstrom derart gesteuert wird, daß die relative Luftfeuchtigkeit in einem "angenehmen" Feuchtigkeitsbereich gehalten wird, der größer ist als die relative Feuchtigkeit der zugeführten Außenluft nach Erwärmung auf Raumtemperatur. Im Gegensatz zum Stand der Technik bei Kraftfahrzeugen, bei dem der Umluft-Anteil an der umgewälzten Luftmenge ausschließlich unter Energiebilanz- oder Abgas-Gesichtspunkten eingestellt wird und im übrigen die Feuchtigkeit eher störend ist, wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der Anteil der Umluft an der im Fahrzeug umgewälzten Luftmenge derart gesteuert bzw. geregelt, daß die relative Luftfeuchtigkeit in etwa in einem vorgegebenen (angenehmen) Bereich gehalten wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren den besonderen Vorteil, daß es nicht erforderlich ist, die Zuluft zu befeuchten, bzw. daß es möglich ist, die Wassermenge, die der Zuluft zur Befeuchtung zugegeben werden muß, deutlich zu verringern.

Damit ist es insbesondere problemlos möglich, die relative Luftfeuchtigkeit bei Kabinentemperatur und insbesondere bei 23°C auf einen Wert von wenigstens 20%, bevorzugt über 30% zu bringen. Durch diese Werte erhält man ein angenehmes Raumklima.

Um zu vermeiden, daß aufgrund des vergleichsweise großen Umluftanteils Bakterien, Keime, Gerüche, Schweiß etc. in der Passagierkabine verteilt werden, wird der zugeführte Luftstrom über wenigstens einen Filter in die Passagierkabine eingeleitet. Die Lufteinleitung kann in an sich bekannter Weise über die Fahrzeugdecke und/oder über die Rückseite der Vordersitze erfolgen. Dabei ist es insbesondere möglich, die Luftauslässe in der Rückseite der Rückenlehne des jeweiligen Vordersitzes einschließlich eventuell vorgesehener ausklappbarer Tische etc. vorzusehen.

Der oder die Filter können insbesondere großflächige Filter mit geringem Strömungswiderstand sein, die bevorzugt die Luft hinsichtlich Bakterien, Gerüchen und Aerosolen reinigen. Unter dem Begriff "Aerosol" werden dabei Partikel, organische Substanzen, Stäube, Endotoxine, Tröpfchen etc. zusammengefaßt.

Der bzw. die beispielsweise in der Kabinendecke oder in dem jeweiligen Vordersitz vorgesehenen großflächigen Filter mit geringem Strömungswiderstand können insbesondere Mikrofilter oder Compositfilter sein. Bei einer Weiterbildung der Erfindung sind der oder die Filter ein Mikrofilter mit Aktivkohlebeschichtung oder mit einer Aktivkohlekasette und/oder ein Mikrofilter mit einem zusätzlichen Filter aus Zeolithen. Weiterhin können der oder die Filter elektrisch vorgespannt und/oder Faservliese sein.

Die umgewälzte Luft kann aufgrund des oder der großflächigen Filter dennoch mit geringer Luftgeschwindigkeit zugeführt werden, wobei jedem Fahrzeugsitz eine Steuermöglichkeit zugeordnet sein kann, die gegebenenfalls ein Raumklimameßgerät aufweisen kann. Raumklimameßgeräte sind beispielsweise in der DE 32 05 704 A1 oder dem Artikel "Entwicklung eines Meßgerätes zur Ermittlung der physikalischen Raumklimabedingungen", aus "Gesundheits-Ingenieur, 1985, Seite 1-5 bis 192" beschrieben. Auf diese Druckschriften wird im übrigen in der Erläuterung aller hier nicht näher beschriebenen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen.

Durch die Verwendung von Raumklimameßgeräten ist eine Steuerung der Oberflächentemperatur der Luftaustrittsfläche und der Luftbewegung unter physiologischen Gesichtspunkten und insbesondere gemäß der thermischen Behaglichkeit möglich. Damit kann jeder Insasse den ihn beaufschlagenden Luftstrom nach eigenen Wünschen einstel-

len.

Insbesondere können der bzw. die Filter in der Austrittsöffnung des Luftstroms in die Passagierkabine vorgesehen sein; alternativ oder zusätzlich kann zumindest ein Teil des Luftstroms durch Austrittsdüsen austreten.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung, mit der das Verfahren ausgeführt werden kann, weist wenigstens einen CO<sub>2</sub>-Sensor und/oder einen Feuchtigkeitssensor in der Abluft auf. Die Ausgangssignale des bzw. der Sensoren liegen an einer Steuereinheit an, die den Anteil der Umluft an der umgewälzten Luftmenge steuert. Damit kann die Steuereinheit den Anteil so einstellen, daß die gewünschte relative Luftfeuchtigkeit erreicht bzw. der CO<sub>2</sub>-Grenzwert nicht überschritten wird.

Selbstverständlich kann ein weiterer Feuchtigkeitssensor vorgesehen sein, der die Luftfeuchtigkeit der (bei Flugzeugen in der Regel trockenen) Zuluft erfaßt, so daß Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit aufgrund schwankender Feuchtigkeit der Zuluft vermieden werden.

Die Rückgewinnung des in der Luft der Passagierkabine enthaltenen Wassers läßt sich alternativ oder zusätzlich auch dadurch realisieren, daß die in der Fortluft – also der beispielsweise bei einem Flugzeug zum Druckausgleich aufgrund der zugeführten Außenluft nach außen abgeführten Kabinenluft – enthaltene Feuchtigkeit kondensiert und in den in die Passagierkabine zugeführten Luftstrom zurückgeführt wird.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Maßnahmen ist es in der Regel nicht mehr erforderlich, Wasser mitzuführen, mit dem die Kabinenluft befeuchtet wird.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben, in der zeigen:

**Fig. 1** schematisch eine Passagierkabine mit einer erfindungsgemäßen Luftführung, und

**Fig. 2** einen Sitz mit einer erfindungsgemäßen Luftführung.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Bei den nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen werden ohne Beschränkung der allgemeinen Anwendbarkeit der Erfindung – jedoch bevorzugt – Verfahren und Vorrichtungen zur Klimatisierung von Flugzeugen beschrieben.

Erfindungsgemäß wird von folgenden Daten ausgegangen, die typisch für derzeit auf dem Markt bzw. in Entwicklung befindliche Flugzeugtypen sind:

Typischerweise geben die Passagiere 40 Gramm Wasserdampf – durch Schweiß bzw. die Atemluft – pro Stunde und pro Passagier ab.

Die pro Passagier und pro Minute zugeführte Frischluftmenge, d. h. die Menge an Außenluft sollte mindestens 0,5 m<sup>3</sup> betragen.

Die in der Kabine befindliche Luft sollte wenigstens 20mal pro Stunde ausgetauscht werden.

Die Temperatur in der Kabine sollte zwischen 22 und 24°C betragen; um diese Temperatur zu erreichen, ist es erforderlich, daß die Temperatur der über die Klimaanlage zugeführten Luft ca. 18°C ist, da in der Regel die Passagiere in der Kabine mehr Wärme abgeben, als das Flugzeug über die Außenhaut nach außen abgibt.

Unter Zugrundelegung dieser Daten zeigt **Fig. 1** ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung. In **Fig. 1** ist – wie bereits ausgeführt – ohne Beschränkung der allgemeinen An-

wendbarkeit ein Querschnitt durch einen Teil der Kabine K eines Passagierflugzeugs dargestellt.

In der Kabine K sind Sitze 1 vorgesehen, wobei jedem Sitz 1 eine Belüftung 2 zugeordnet ist, die bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel wenigstens eine Düse umfaßt. Die Zuführung der Luft erfolgt dabei über einen Kanal 3, der oberhalb der Sitze 1 vorgesehen ist. In dem Kanal 3 sind Filter 4 vorgesehen. Im Bereich der Sitze 1 sind Öffnungen 5 vorgesehen, durch die die verbrauchte Luft aus der Kabine K abgesaugt wird. In den Sitzen und insbesondere in der Rückenlehne können ebenfalls Filter 4 vorgesehen sein.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Luft aus der nicht näher dargestellten Kabine zumindest zum Teil über die Sitze und insbesondere über die Rückenlehne 11 des dargestellten Sitzes 1 abgesaugt wird. Die Öffnungen, durch die die Luft abgesaugt wird, sind dabei in der Rückenlehne vorgesehen. Hierdurch wird effektiv eventuellen Schwitzen entgegengewirkt. Die Luft, über die Rückenlehnen abgesaugt wird, kann insbesondere dann – wenn mehrere Kanäle für die Luft vorgesehen sind – im wesentlichen als Fortluft dienen. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, daß die über die Rückenlehne abgesaugte Luft über den im Sitz vorgesehenen Filter geleitet wird und über die Rückseite der Rückenlehne wieder austritt.

Dabei ist es besonders bevorzugt, wenn die Luft, die abgesaugt wird, an der Rückenlehne "entlang streicht", so daß die durch Schwitzen entstehende Feuchtigkeit besonders effektiv von der abgesaugten Luft aufgenommen wird.

Bei den in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen kann zusätzlich wenigstens ein CO<sub>2</sub>-Sensor vorgesehen sein, dessen Ausgangssignal an einer nicht dargestellten Steuereinheit anliegt, die den Anteil der Umluft an dem in die Passagierkabine eingeleiteten Luftstrom steuert. Insbesondere kann der Sensor den CO<sub>2</sub>-Anteil an der Luft in der Passagierkabine und/oder dem zugeführten Luftstrom erfassen.

Weiterhin kann in der Abluft ein Feuchtigkeitssensor vorgesehen sein, dessen Ausgangssignal an der Steuereinheit anliegt, die den Anteil der Umluft an der umgewälzten Luftmenge steuert.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Klimatisierung von Fahrzeugen und insbesondere von Flugzeugen, bei dem der der Passagierkabine zugeführte Luftstrom aus gegebenenfalls temperierter Außenluft und einem Anteil an Umluft besteht, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anteil der Umluft an dem zugeführten Luftstrom mittels wenigstens eines CO<sub>2</sub>-Sensors derart begrenzt wird, daß der CO<sub>2</sub>-Anteil an der Luft in der Passagierkabine einen bestimmten Grenzwert nicht übersteigt.
2. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach Anspruch 1, bei dem trockene Außenluft zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb des durch den CO<sub>2</sub>-Sensor vorgegebenen Grenzwertes an Umluft der Anteil der Umluft an dem zugeführten Luftstrom derart gesteuert wird, daß die relative Luftfeuchtigkeit in einem Feuchtigkeitsbereich gehalten wird, der größer ist als die relative Feuchtigkeit der zugeführten Außenluft nach Erwärmung auf Raumtemperatur, und daß der zugeführte Luftstrom über wenigstens einen Filter in die Passagierkabine eingeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die relative Luftfeuchtigkeit bei Kabinentemperatur und insbesondere bei 23°C wenigstens 20%,

bevorzugt über 30% beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Grenzwert des CO<sub>2</sub>-Anteils 0,15 Vol% und bevorzugt 0,10 Vol% ist.

5. Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem trockene Außenluft zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Fortluft enthaltene Feuchtigkeit kondensiert und in den in die Passagierkabine zugeführten Luftstrom zurückgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Filter großflächige Filter mit geringem Strömungswiderstand sind, die die Luft hinsichtlich Geruchsstoffen und Aerosolen reinigen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der bzw. die Filter in der Austrittsöffnung des Luftstroms in die Passagierkabine vorgesehen sind.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil des Luftstroms durch Austrittsdüsen austritt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftstrom über die Kabinendecke zugeführt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Filter in einem Hohlraum oberhalb der Decke vorgesehen sind.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Einleitung des Luftstroms über die Rückseite des jeweiligen Vordersitzes erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Filter in dem jeweiligen Vordersitz und insbesondere in der Rückenlehne vorgesehen sind.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft aus dem Fahrgastraum zumindest zum Teil über die Sitze und insbesondere über die Rückenlehnen der Sitze abgesaugt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Luft, die über die Rückenlehnen abgesaugt wird, im wesentlichen als Fortluft dient.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die über die Rückenlehne abgesaugte Luft über den im Sitz vorgesehenen Filter geleitet wird und über die Rückseite der Rückenlehne wieder austritt.

16. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein CO<sub>2</sub>-Sensor vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal an einer Steuereinheit anliegt, die den Anteil der Umluft an dem in die Passagierkabine eingeleiteten Luftstrom steuert.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor den CO<sub>2</sub>-Anteil an der Luft in der Passagierkabine und/oder dem zugeführten Luftstrom erfaßt,

18. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15 oder nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abluft ein Feuchtigkeitssensor vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal an der Steuereinheit anliegt, die den Anteil der Umluft an der umgewälzten Luftmenge steuert.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß in der Kabinendecke und/oder in der Rückseite und insbesondere in der Rückenlehne des jeweiligen Vordersitzes ein großflächiger Fil-

- ter mit geringem Strömungswiderstand vorgesehen ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter derart ausgebildet ist, daß er die Luft hinsichtlich Geruch und Aerosolen reinigt.
21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter ein Mikrofilter oder ein Compositfilter ist. 5
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter ein Mikrofilter mit Aktivkohlebeschichtung oder einer Aktivkohlekassette und/oder ein Mikrofilter mit einem zusätzlichen Filter aus Zeolithen ist. 10
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter elektrisch vorgespannt ist. 15
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Filter ein Faservlies aufweist.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die umgewälzte Luft mit geringer Luftgeschwindigkeit zugeführt wird. 20
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftzuführung derart ausgelegt ist, daß sie Außenluft von mindestens  $0,5 \text{ m}^3/\text{min}$  pro Passagier zuführt. 25
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Luftzuführung derart ausgelegt ist, daß sie wenigstens 20mal pro Stunde für einen Luftaustausch sorgt.
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Sitz eine Steuermöglichkeit für den diesen Sitz beaufschlagenden Luftstrom zugeordnet ist. 30
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß pro Sitz ein Raumklima- meßgerät vorgesehen ist, das eine Steuerung der Oberflächentemperatur der Luftaustrittsfläche und der Luftbewegung unter physiologischen Gesichtspunkten und insbesondere gemäß der thermischen Behaglichkeit ermöglicht. 40

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

